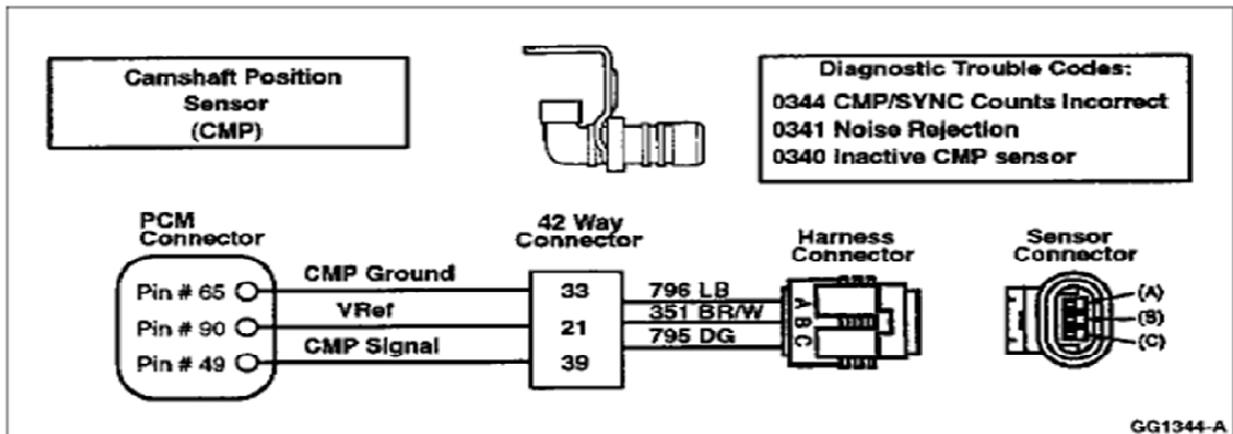
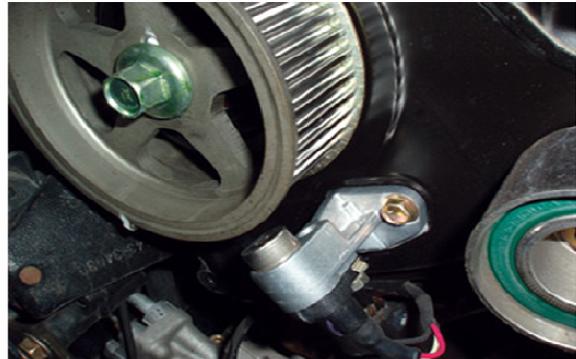


# SISTEMAS FUEL INJECTION

## NIVEL INICIAL

### SENSORES Y ACTUADORES



### SESION No 1 SENSORES DE GIRO DEL MOTOR CKP Y CMP.

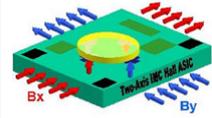
PARTICIPANTE: \_\_\_\_\_  
 EMPRESA: \_\_\_\_\_ TEL: \_\_\_\_\_

**Encargado del programa: Ing. José Francisco Castellanos Martínez**  
 Instructor MASTER CNT MEXICO – DELEGADO RST EL SALVADOR

OFICINAS: (503) 25083106

[www.citec-automotriz.com](http://www.citec-automotriz.com)

[citec.networks@gmail.com](mailto:citec.networks@gmail.com)



## PARTE No 1 SENSORES DE GIRO DEL MOTOR CKP Y CMP

### OBJETIVO:

Al finalizar esta sesión los participantes serán capaces de:

- Identificar los principales sensores de velocidad o giro del sistema electrónico de un automóvil mediante al análisis de diagramas
- Describir la importancia, tipos, estructura y operación de los diversos sensores de velocidad o giro utilizados en el sistema fuel injection de un automóvil.
- Ejecutar los diferentes procesos de verificación de los sensores de velocidad y giro en un banco de trabajo, por medio de la prueba directa de los sensores con equipos de prueba o verificación.

### INTRODUCCION:

En un motor con control electrónico, es imprescindible el conocimiento de la velocidad de rotación de ciertos elementos, entre ellos:

- El giro del cigüeñal (CKP)
- El giro del árbol de levas (CMP)

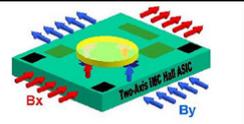
El módulo de control debe conocer la velocidad y posición exacta de ciertos ejes para poder coordinar el trabajo de los actuadores, en el caso particular del control del motor, el ECM determina la apertura de los inyectores y salto de chispa en base a la señal del CKP o CMP.

Esta sesión parte precisamente de los conceptos fundamentales de la estructura de un sistema electrónico de inyección de gasolina, analiza de manera particular estos sensores responsables de medir la velocidad de rotación del eje cigüeñal y el árbol de levas por medio de los diagramas y circuitos, detallando sus fallos y proceso general de diagnóstico de cada uno de ellos, para la resolución de fallos.

Es importante el desarrollo eficiente de cada una de las actividades de aprendizaje y buscar fehacientemente la repetición de las mismas habilidades en el lugar de trabajo o taller, de manera independiente, recuerde que la repetición de las habilidades lleva poco a poco al logro real de competencias.

RECUERDE!!!

Ud. es el único responsable de su formación y aprendizaje, los instructores y equipo de CITEC, le brindaremos las condiciones y apoyo pertinente para que logre su objetivo.



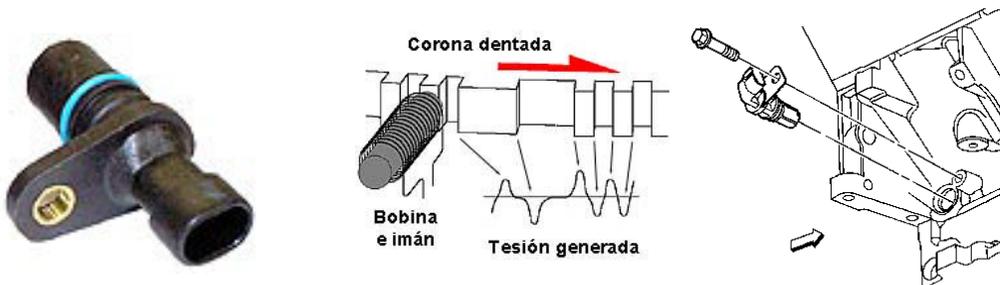
**SENSORES DE MEDICION DE VELOCIDAD, POSICION O GIRO EN SISTEMAS EFI**

**SENSORES DE POSICION DEL MOTOR. CKP Y CMP**

Los Sensores de posición del cigüeñal del motor (CKP) y posición del árbol de levas (CMP), son prácticamente los sensores fundamentales de un sistema de inyección de gasolina, éstos indican la posición del eje cigüeñal y por lo tanto de los pistones del motor, de igual manera la posición de las válvulas, con esta señal la PCM puede determinar de manera sincronizada:

- LA APERTURA DE LOS INYECTORES.
- EL TIEMPO DE ENCENDIDO DEL MOTOR.
- EL CONTROL DE LA VALVULA DE ACEITE PARA EL CONTROL VALVULAR

Dependiendo de la marca y modelo del vehículo, uno de los dos sensores es el responsable de generar los pulsos para el encendido y la inyección, así en algunos sistemas es el CKP y en otros el CMP, se debe acceder al manual del fabricante para determinar la función específica de cada uno. Las fallas de estos sensores pueden originar que el motor no Arranque, que tarde en arrancar o que produzca explosiones en el motor, entre otras.



Por el principio operativo de los sensores los podemos clasificar en tres tipos de sensores:

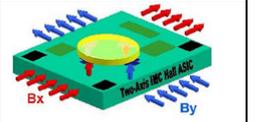
- Sensores Tipo Inductivos.
- Sensores Tipo Hall
- Sensores Tipo Óptico.

Todos ellos son muy ampliamente utilizados en los diversos vehículos inclusive ciertos modelos los combinan, teniendo un CKP de inducción y un CMP tipo Hall, por ejemplo.

Estos sensores están ubicados como su nombre indica cerca del cigüeñal ó del árbol de levas, para detectar el movimiento de estos.

**SENSOR INDUCTIVO.**

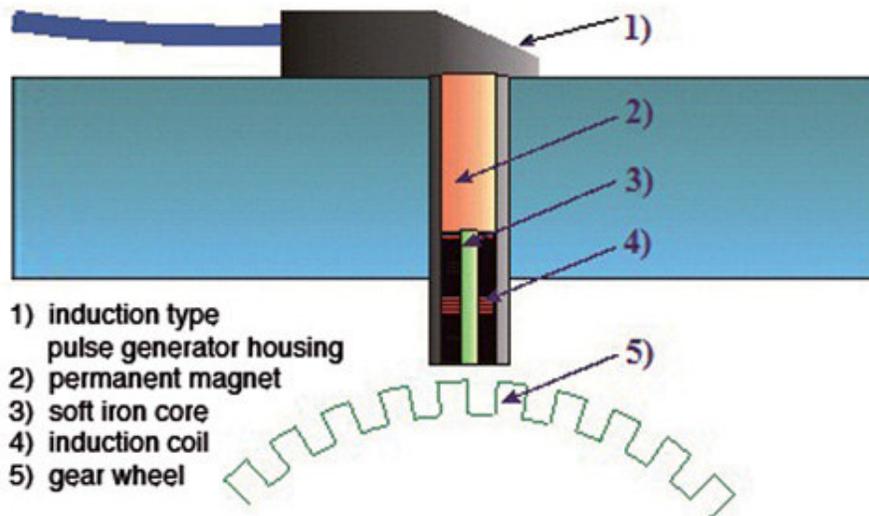
Los sensores inductivos se utilizan en los automóviles para medir velocidades de rotación o detectar la posición angular de un determinado elemento. Su principal ventaja es su reducido coste y simplicidad, mientras que su mayor inconveniente es la falta de precisión cuando las velocidades de giro son bajas.



## COMPONENTES

El sensor inductivo empleado en automoción está formado por:

- Un imán permanente.
- Una bobina envolviendo el imán permanente, y de cuyos extremos se obtiene la tensión.
- Una pieza de material ferromagnético que se coloca en el elemento en movimiento y sirve para detectar su paso cerca del sensor. Esta pieza puede tener varios dientes formando una corona, incluso puede estar solidaria al mismo volante de inercia, o engrane del árbol de levas.

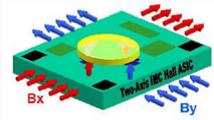


## FUNCIONAMIENTO

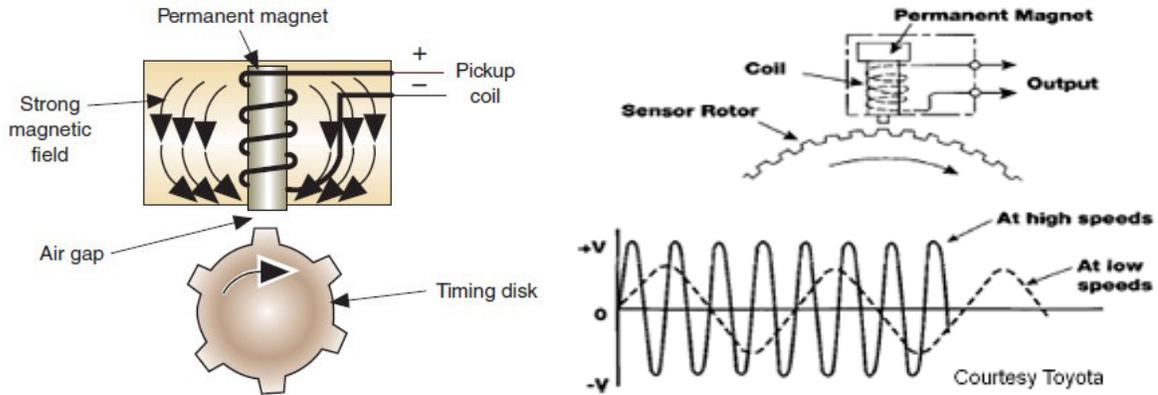
El sensor inductivo se basa en la tensión generada en la bobina cuando se la somete a una variación de un campo magnético. Al estar la bobina arrollada en el imán queda bajo un campo magnético fijo y para variarlo se acerca al imán una pieza de material ferromagnético. Las líneas de fuerza del imán son desviadas por el material ferromagnético y el campo magnético varía. Esta variación crea una tensión alterna en la bobina. Mientras la pieza ferromagnética se acerca al sensor, la tensión disminuye y cuando la pieza se aleja, la tensión aumenta.

La pieza ferromagnética debe mantener una separación mínima con el sensor inductivo pero sin que se produzca rozamiento. Esta distancia es conocida como entrehierro y suele ser entre dos y tres décimas. Si esta distancia es mayor, la tensión generada en los extremos de la bobina será menor, mientras que si la medida es más pequeña la tensión será mayor, pero puede aparecer rozamiento a causa de alguna impureza.

La tensión generada en los extremos de la bobina también depende de la velocidad de la pieza ferromagnética cuando pasa cerca del sensor. Cuanto mayor sea la velocidad, más rápida será la variación del campo magnético, y más tensión se generará, mientras que si la velocidad es baja, la tensión también será baja.

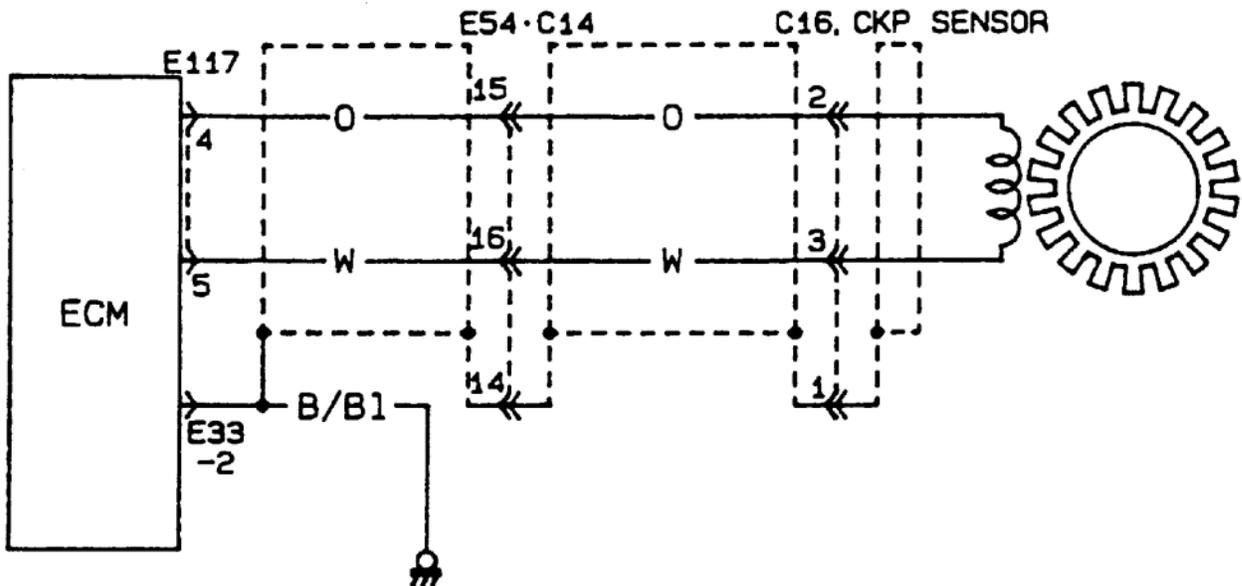


Los sistemas de encendido han utilizado sensores inductivos para determinar el momento ideal de salto de la chispa en los cilindros y para controlar el tiempo de cebado de la bobina (ángulo Dwell). A mayores velocidades de rotación del cigüeñal, mayor era la tensión generada. Esta característica se utilizaba para determinar de forma analógica la duración del tiempo de alimentación de la bobina. En los encendidos digitales se abandonó esta tecnología para adoptar un control completamente digital a través de memorias programadas.

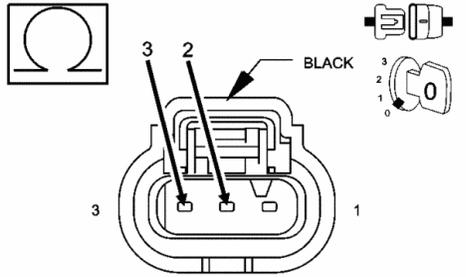
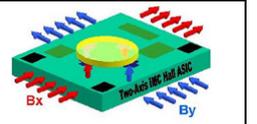


Los sensores inductivos se utilizan para detectar la velocidad de rotación y la posición angular del cigüeñal, en algunos vehículos para detectar la fase de los árboles de levas.

El sensor inductivo se conecta a través de dos cables que son los extremos de la bobina. Si la tensión que debe medirse es muy pequeña se protegen los cables con una malla metálica para evitar interferencias de otros sistemas eléctricos.



Existen aplicaciones en las cuales el sensor a pesar de ser inductivo posee tres cables siendo este último una conexión al blindaje del sensor y por lo tanto a masa.



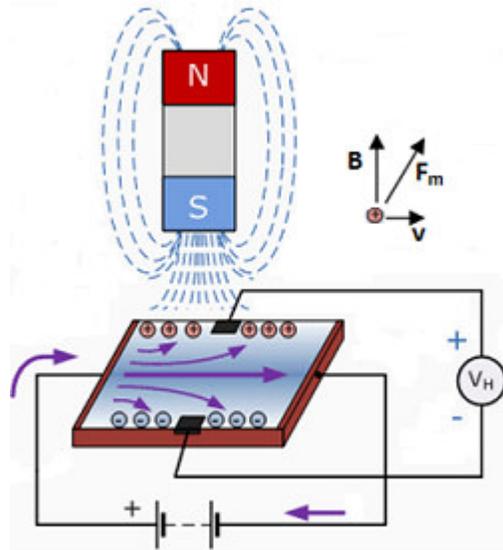
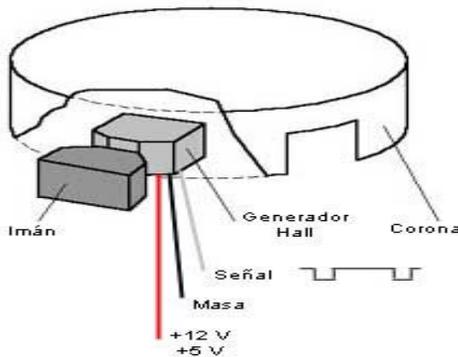
**SENSOR-  
CRANKSHAFT  
POSITION**

81958c85

Para identificar este tipo de sensores deberemos medir la resistencia entre sus cables.

Solo dos de ellos medirán resistencia indicando que es la bobina interna, el otro es un blindaje que está aislado de la bobina del generador.

## SENSOR TIPO EFECTO HALL.

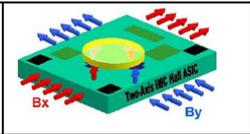


### **FINALIDAD.**

Los sensores de efecto Hall se utilizan en los automóviles para medir velocidades de rotación o detectar la posición de un determinado elemento. Su principal ventaja es que pueden ofrecer datos fiables a cualquier velocidad de rotación, y sus inconvenientes son la mayor complejidad y precio con respecto a un sensor inductivo.

### **PRINCIPIO OPERATIVO**

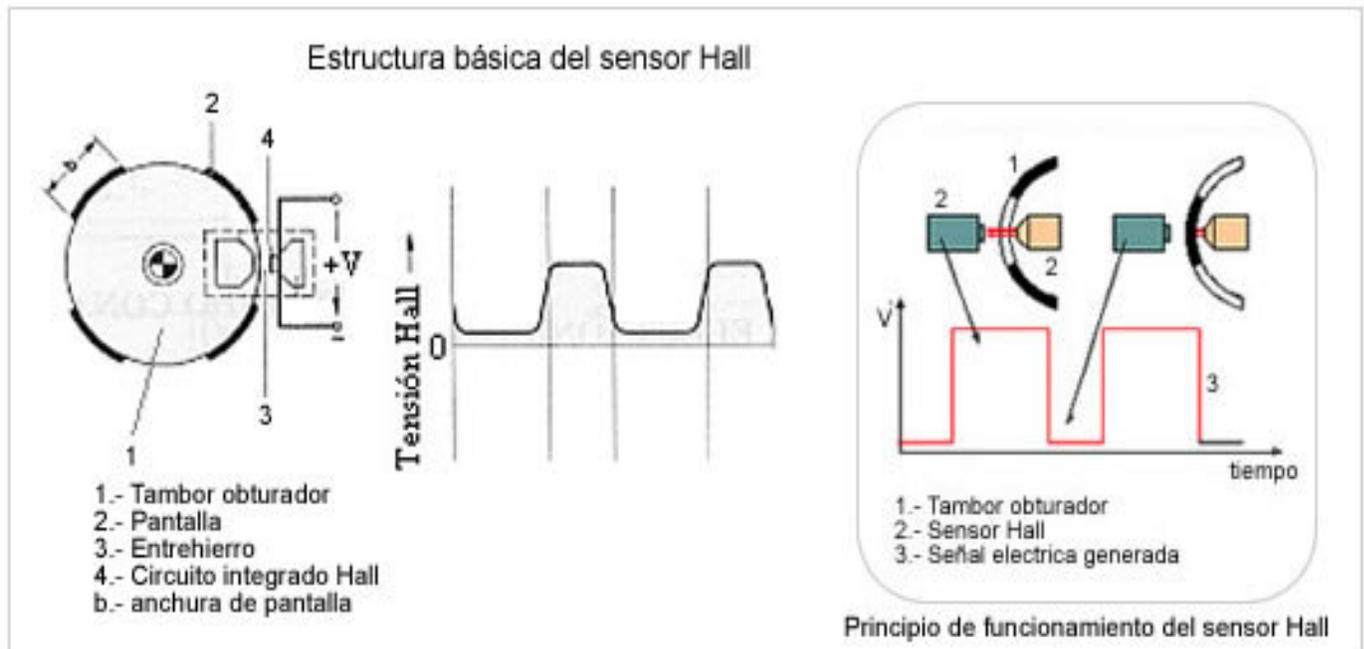
El sensor de efecto Hall se basa en la tensión transversal de un conductor que está sometido a un campo magnético. Colocando un voltímetro entre dos puntos transversales de un cable se puede medir esa tensión. Para ello hay que hacer circular por el cable una intensidad fija y acercar un imán. Los electrones que pasan por el cable se verán desplazados hacia un lado. Entonces aparece una diferencia de tensión entre los dos puntos transversales del cable.



Al separar el imán del cable, la tensión transversal desaparece. Para poder utilizar la tensión transversal es necesario amplificarla, porque su valor es muy reducido.

Un sensor de efecto Hall utilizado en automoción se compone de:

- Un generador magnético que suele ser un imán fijo.
- Un pequeño módulo electrónico donde se encuentran los componentes que miden la tensión Transversal.
- Una corona metálica con ventanas para interrumpir el campo magnético.

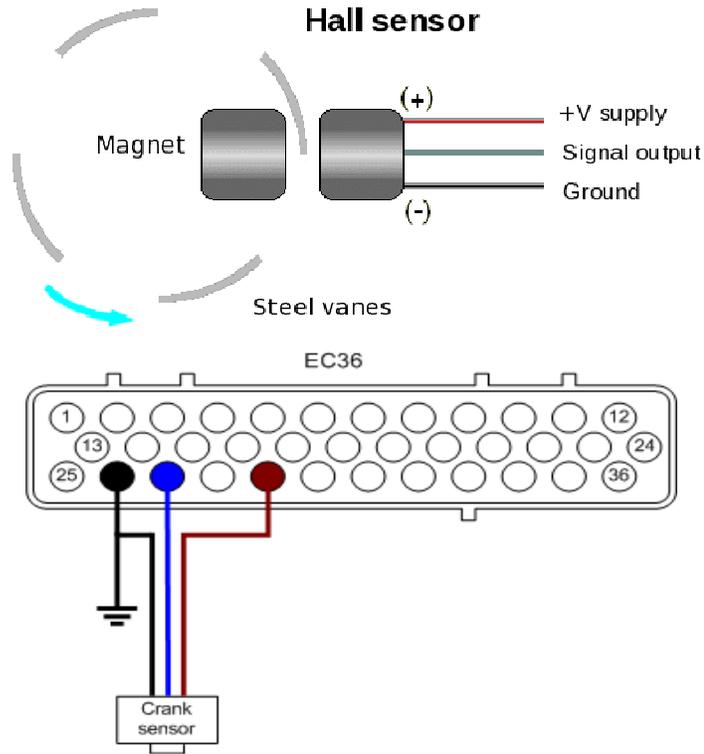
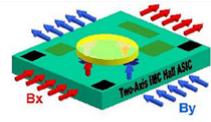


### FUNCIONAMIENTO.

La corona metálica se intercala entre el imán fijo y el módulo electrónico y está unida a un eje con giro. Según la posición de la corona, el campo magnético del imán llega hasta el módulo electrónico. La tensión obtenida a la salida del módulo electrónico, una vez tratada y amplificada corresponde con un valor alto (de 5 a 12 voltios) cuando la corona tapa el campo magnético, y un nivel bajo (de 0 a 0,5 voltios) cuando la corona descubre el imán.

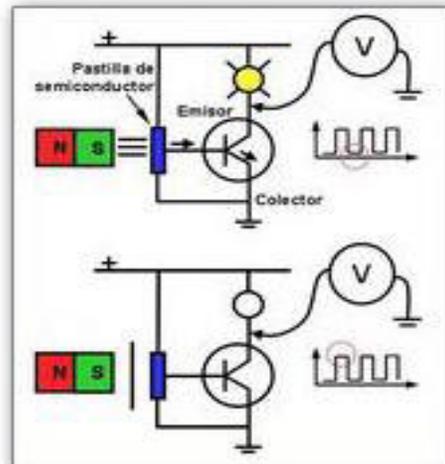
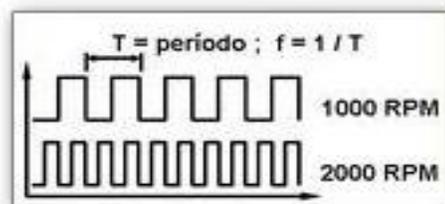
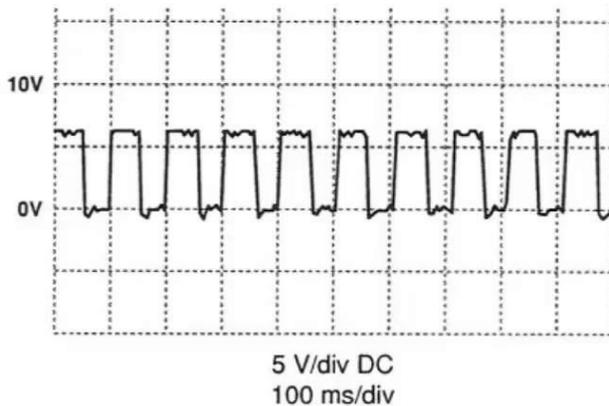
Los sensores de efecto Hall se suelen utilizar para detectar la posición de los árboles de levas, la velocidad del vehículo y en algunos distribuidores para determinar el momento de encendido. También pueden emplearse para determinar la posición del cigüeñal.

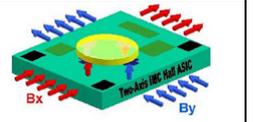
El sensor de efecto Hall se conecta mediante tres cables eléctricos. Uno de ellos corresponde con el valor negativo (masa del vehículo), otro cable corresponde con la alimentación, que suele ser de 5 ó de 12 voltios. El tercer cable corresponde con la señal de salida que varía según la posición de la corona metálica.



Para comprobar el funcionamiento de un sensor Hall basta verificar el valor de la tensión de alimentación y la variación de la tensión en la señal de salida cuando alguna ventana de la corona permite el flujo del campo magnético.

Recuerda la forma de onda de los sensores de Efecto Hall





## VARIANTES

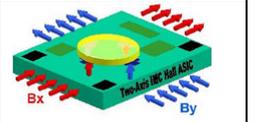
Podemos encontrar algunas variantes en las aplicaciones de los sensores HALL, entre ellos:

- NISSAN, en los modelos B15 emplea sensores HALL de aplicación positiva, eso quiere decir que el sensor HALL en lugar de poner a masa una línea de señal como lo hacen todos los demás, ellos generan un pulso positivo enviado hacia el ECM
- CHEVROLET: Utiliza un sensor de revoluciones de la transmisión del tipo activo de DOS líneas y no tres como la mayoría de sensores.
- HYUNDAI: Hace lo mismo en los sensores ABS siendo sensores Hall de dos líneas.

## SENSOR OPTICO.

El sensor OPTICO es un sensor que proporciona las mismas características y limitaciones que el sensor de efecto HALL, aunque ofrece una mayor desventaja y es que no se puede poder normalmente en puntos donde las condiciones de contaminación son extremas como la polea del cigüeñal que está expuesta a las condiciones de humedad y suciedad de la carretera, de tal manera que los vehículos que emplean este tipo de sensor como SUZUKI, GEO, NISSAN, entre otros, lo ubican en un alojamiento sellado normalmente instalado al final del árbol de levas, y debido a su diseño se ubican en el mismo cuerpo los sensores CKP y CMP, aunque su denominación sea en algunos casos simplemente CMP.



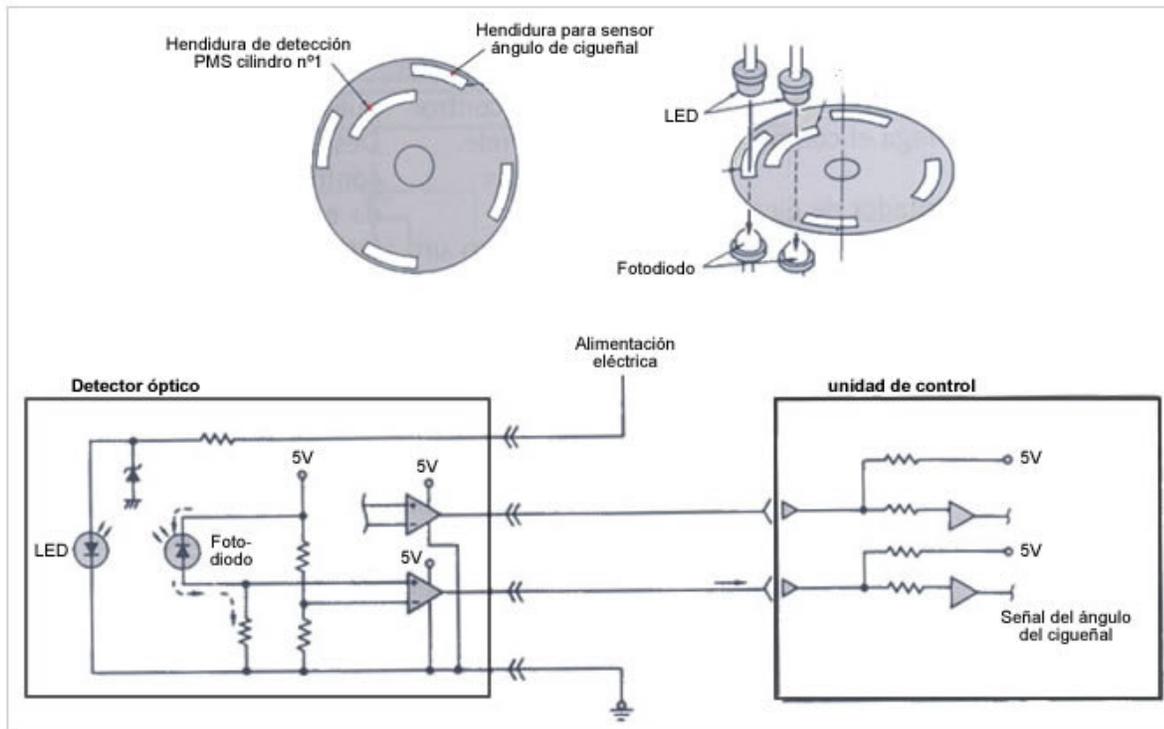


**ESTRUCTURA.**

El sensor óptico típico trabaja bajo el principio de un diodo emisor de luz la cual es interrumpida por un disco de acero inoxidable, configurado de diversas maneras de acuerdo al diseño particular de cada fabricante, esta interrupción de luz genera una señal digital debe un circuito electrónico ubicado en el mismo cuerpo del sensor.

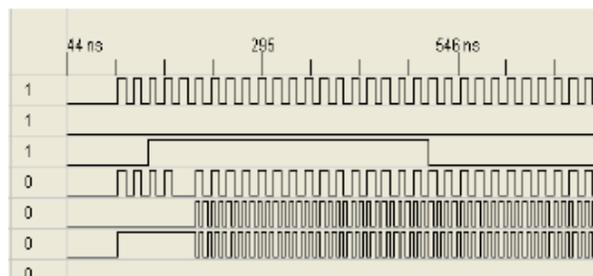
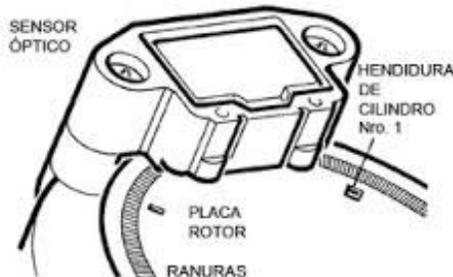
De tal manera un sensor óptico se compone de:

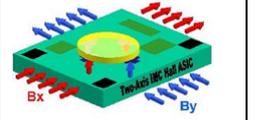
- Disco ranurado
- Diodo emisor de luz y Fototransistores.
- Módulo electrónico



**FUNCIONAMIENTO.**

Este sensor funciona de tal manera que al pasar el disco ranurado entre el diodo emisor y el fototransistor, interrumpe dicho haz y esto provoca dentro de circuito electrónico un pulso tal que permita generar una señal de onda cuadrada, indicando la señal respectiva.





## PARTE No 2 VERIFICACION DE SENSORES DE GIRO DEL MOTOR

### OBJETIVO:

Al finalizar esta sesión los participantes serán capaces de:

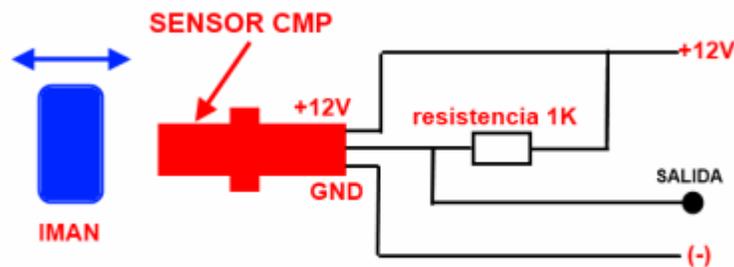
- Ejecutar los diferentes procesos de verificación de los sensores de velocidad y giro en un banco de trabajo, por medio de la prueba directa de los sensores con equipos de prueba o verificación.
- Identificar la ubicación, y operación de los sensores CKP y CMP en un automóvil, con la ayuda del OSCILOSCOPIO análisis de correlación de sensores..

### INTRODUCCION:

Es imprescindible que todo técnico dedicado a la reparación de sistemas electrónicos pueda desarrollar las verificaciones eficiente de estos sensores de velocidad o rotación de ejes, con las herramientas básicas y necesarias para un diagnóstico acertivo.

Las verificaciones se deben poder desarrollar con los sensores montados y desmontados del vehículo utilizando probadores y herramientas como osciloscopio para la adecuado prueba de los mismos.

En esta sesión se estudia la manera de verificar cada uno de los sensores inductivos, hall y ópticos tanto fuera como en el vehículo haciendo además un análisis de la correlación en vehículos inyectados.

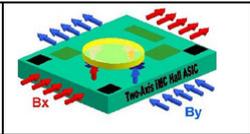


**CIRCUITO DE PRUEBA DE UN SENSOR CMP**

Es importante el desarrollo eficiente de cada una de las actividades de aprendizaje y buscar fehacientemente la repetición de las mismas habilidades en el lugar de trabajo o taller, de manera independiente, recuerde que la repetición de las habilidades lleva poco a poco al logro real de competencias.

### RECUERDE!!!

Ud. es el único responsable de su formación y aprendizaje, los instructores y equipo de CITEC, le brindaremos las condiciones y apoyo pertinente para que logre su objetivo.



## VERIFICACION DE SENSORES INDUCTIVOS

Para comprobar el funcionamiento de un sensor inductivo se pueden utilizar dos métodos:

- El estático midiendo resistencia
- E el dinámico midiendo tensión o preferiblemente la señal con el osciloscopio.

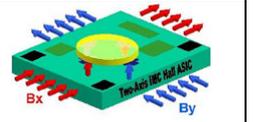
Utilizando un multímetro se puede medir la resistencia del sensor que deberá estar dentro de los valores ofrecidos por el fabricante. También se puede medir el valor de tensión con el multímetro, pero el dato obtenido debe ser interpretado, ya que tienen que ver poco con la realidad.

El multímetro indicará un valor de tensión cuando el motor está girando entre 0,5 y 20 voltios, mientras que utilizando un osciloscopio se comprueba que la tensión tiene un valor de pico a pico entre 2 y 100 voltios, dependiendo del tipo de sensor. La medición de la tensión es el dato más fiable, pero también el más complejo, ya que es necesario comparar los datos obtenidos en el multímetro con los ofrecidos por otro vehículo con el mismo sensor. Si se utiliza un osciloscopio es necesario disponer de los suficientes conocimientos técnicos que nos permitan adquirir correctamente las señales del sensor e interpretarlas. Además el fabricante no suele facilitar datos de la tensión generada por el sensor.

### VERIFICACION de RESISTENCIA.

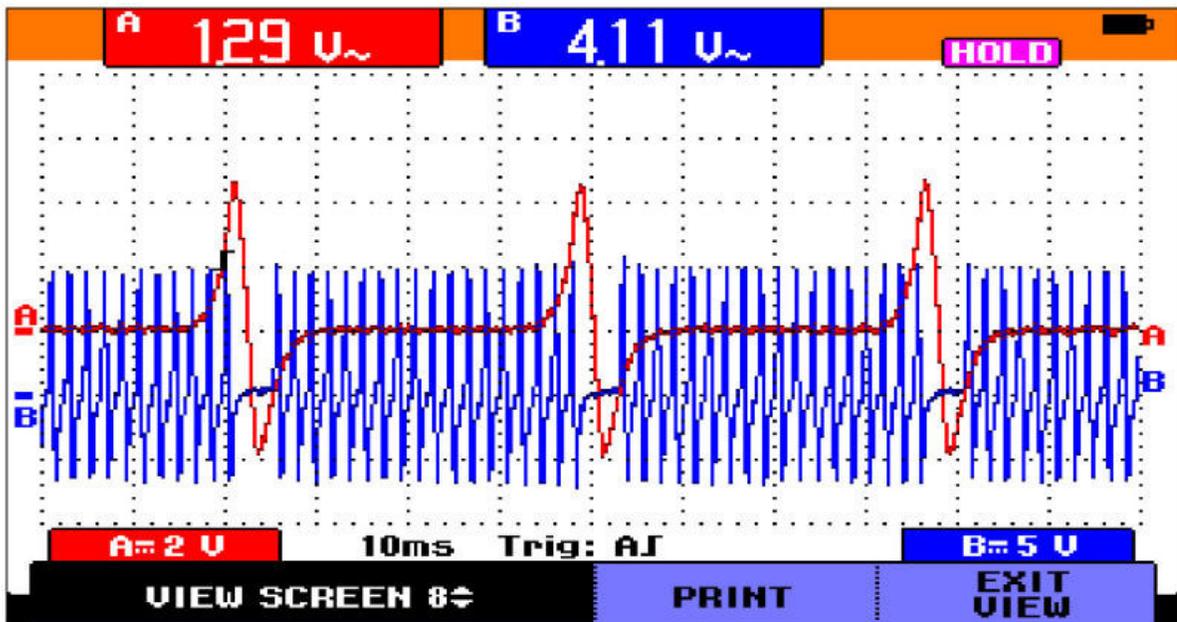
- Asegúrese de que no esté dado el contacto SW.
- Desenchufe el conector del sensor
- Este sensor no tiene ningún voltaje de referencia. (algunos pueden manejar un voltaje con el mismo valor en ambos líneas)
- Compruebe la resistencia entre los terminales del sensor, debe existir un valor específico dado por el fabricante.





### VERIFICACION de VOLTAJE O SEÑAL.

- Se puede desarrollar con conector suelto o instalado.
- Ubique el multímetro u osciloscopio entre los terminales del sensor.
- Haga girar el motor.
- Verifique que el sensor genera un voltaje arriba de 1 V o produce una señal análoga alterna en un osciloscopio.
- Recuerde que el nivel de voltaje y el tamaño de la señal serán proporcionales a las revoluciones.

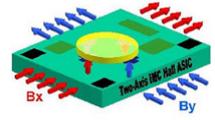


### VERIFICACION DE SEÑAL DEL CKP/CMP CON EL ESCANER

La verificación del CKP con el escáner NO PUEDE HACERSE de manera directa ya que no existe un PID para el mismo al igual que el CMP, sin embargo al relacionar los PID's

- RPM
- IGNITION TIME

Podemos inferir el trabajo de estos sensores.



## VERIFICACION DE SENSORES DE EFECTO HALL

### VERIFICACION DEL SENSOR HALL

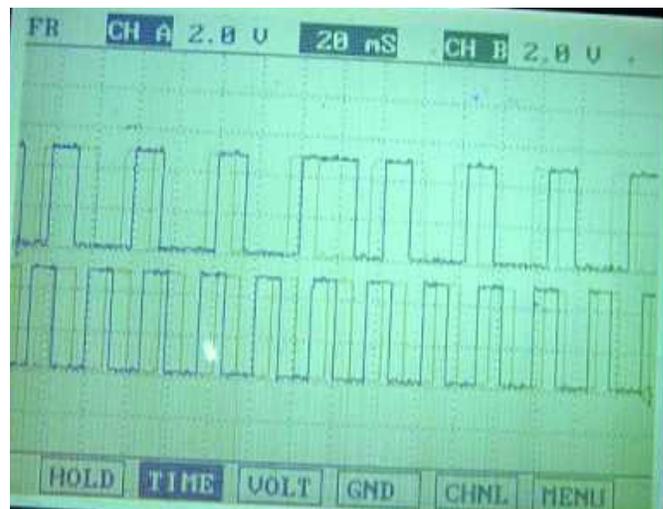
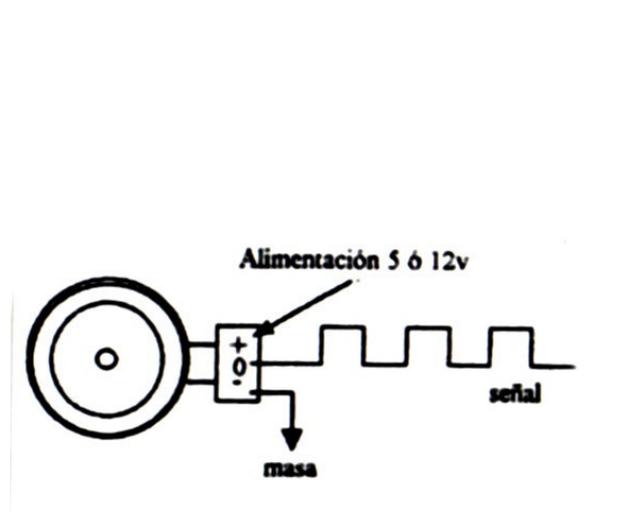
Hay que tener cuidado para verificar un sensor hall ya que hay que saber la forma de trabajo del mismo, o sea si es un sensor a masa o a positivo. Si es un sensor de dos líneas o tres. Sin embargo en forma general se hacen dos verificaciones:

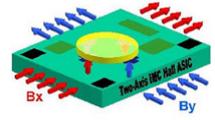
### VERIFICACION de VOLTAJES DE ALIMENTACION.

- Asegúrese de que no esté dado el contacto SW.
- Desenchufe el conector del sensor
- Verifique que existen dos voltajes en el conector uno de 12V ó 5V de referencia y otro de 5V de señal, en el otro Terminal encontramos mv. de masa.
- Ac apoden haber variantes, si son de dos líneas podemos tener una de 12V y la otra señal, si son de NISSAN podemos tener un voltaje de señal de 9V ó 0V
- Recuerde que algunos sensores la ECM/PCM no proporciona voltaje de referencia. (Consultar el manual de reparación)

### VERIFICACION de SEÑAL.

- Se debe desarrollar con conector instalado.
- Ubique el multímetro en escala de frecuencia u osciloscopio entre los terminales del sensor. Señal y masa
- Haga girar el motor.
- Verifique que el multímetro indica una frecuencia o se muestra una señal digital en el osciloscopio





## VERIFICACION DE SENSORES DE EFECTO OPTICO

### VERIFICACION del SENSOR OPTICO.

Las verificaciones del sensor óptico son las mismas que el sensor HALL

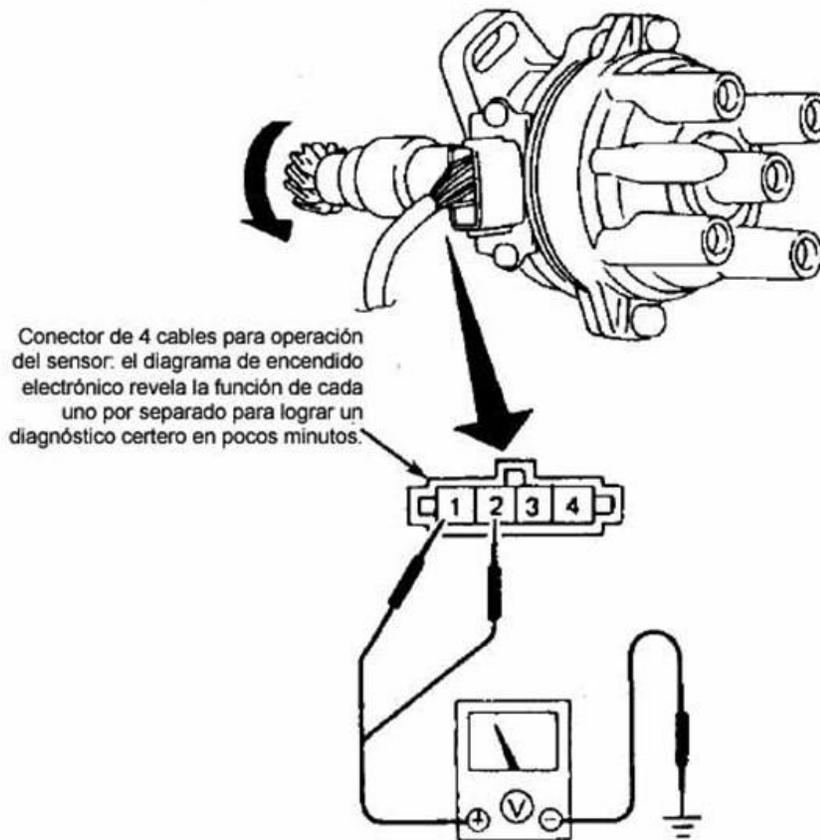
- Voltajes de alimentación
- Señal del sensor
- No puede verificarse en ohmios simplemente.

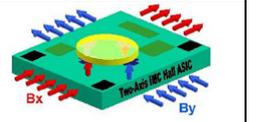
Las diferencias de este es que normalmente puede contener CUATRO líneas, ya que en una sola unidad se encuentran el sensor CMP y CKP.

### VERIFICACION de VOLTAJE CON CONECTOR SUELTO.

- Asegúrese de que no esté dado el contacto SW.
- Desenchufe el conector del sensor
- Verifique que existen tres voltajes en el conector uno de 12V de referencia y dos de 5V de señal., en el otro terminal encontramos mv de masa.

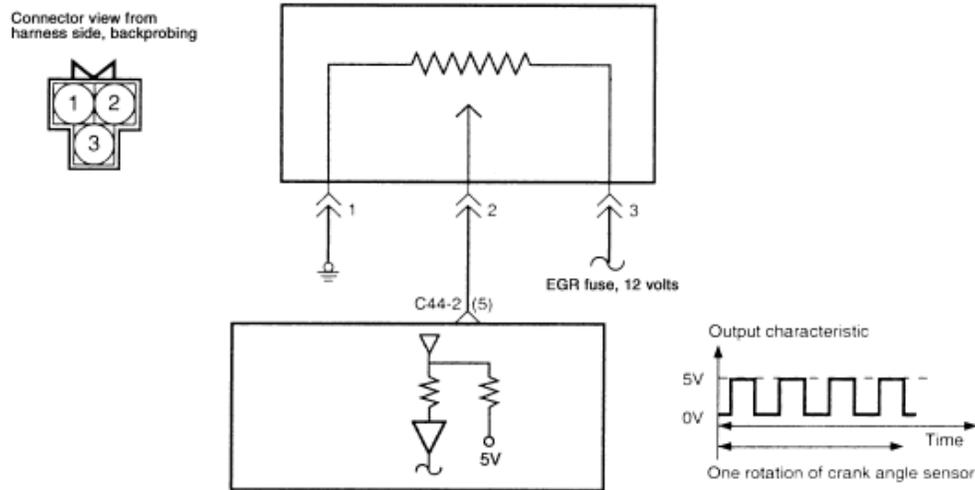
*Distribuidor Optico de Nissan*



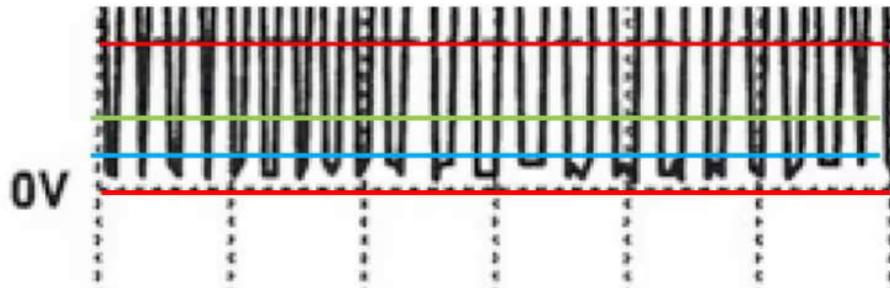


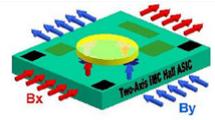
**VERIFICACION de SEÑAL.**

- Se puede desarrollar con conector instalado.
- Ubique el multímetro en escala de frecuencia u osciloscopio entre los terminales del sensor. Señal y masa
- Haga girar el motor.
- Verifique que el multímetro indica una frecuencia o se muestra una señal digital en el osciloscopio
- Verifique ambas señales.

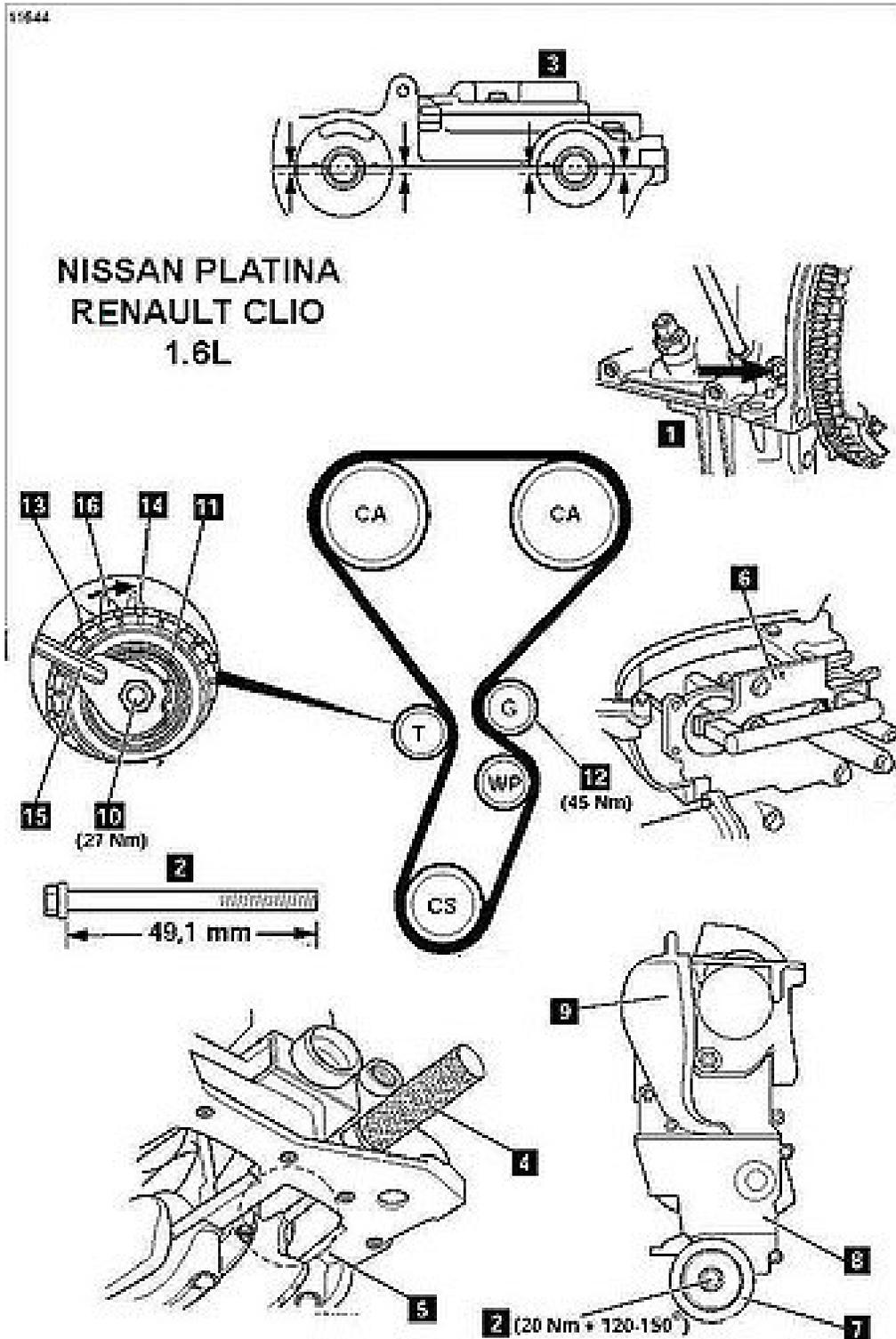


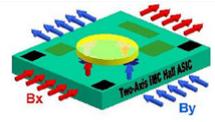
**Formas de Onda de los Sensores  
sensores foto-ópticos**



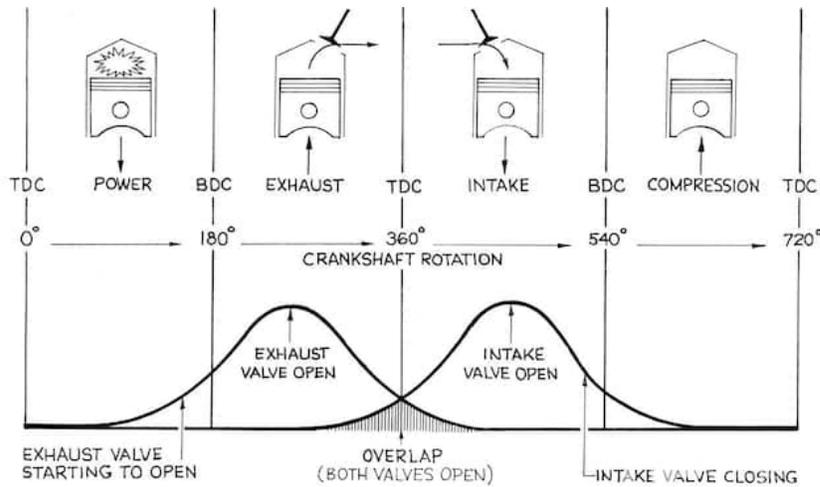
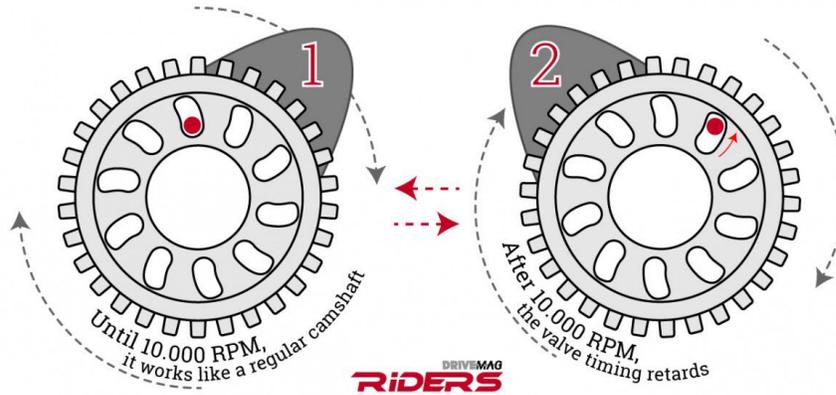


TIEMPO BASICO DE DISTRIBUCION VALVULAR.



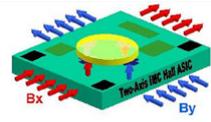


**CONTROL VALVULAR**



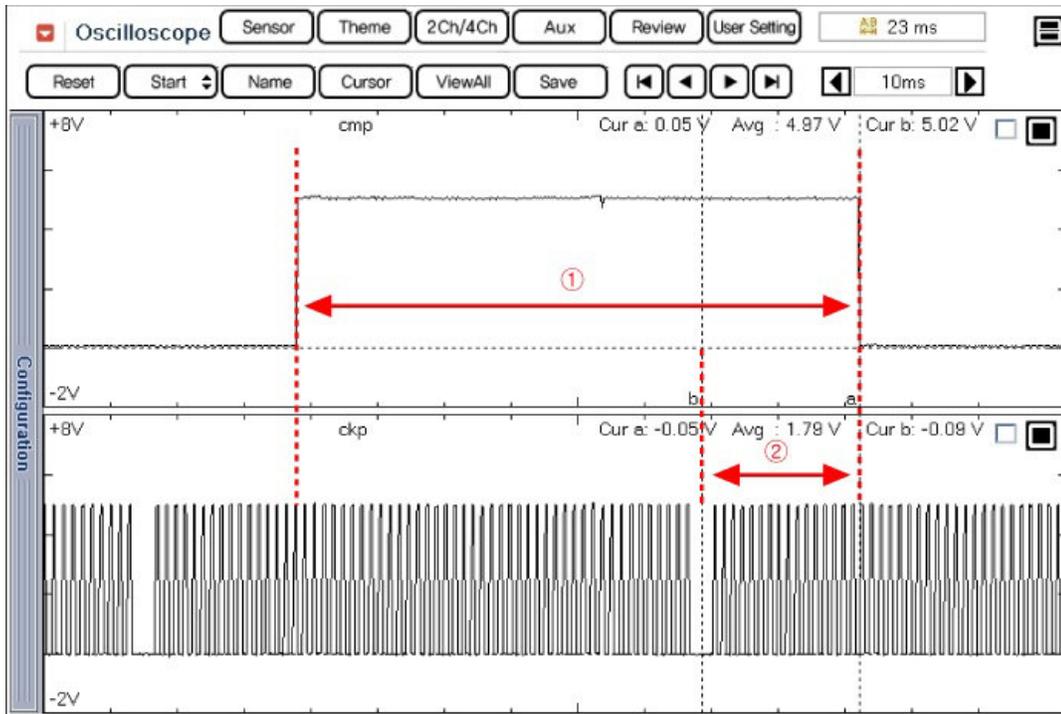
Estos cambios o desfases son medidos por los **SENSORES CKP Y CMP**, que vigilan el giro de cada árbol.





**DIAGRAMAS DE CORRELACION:**

En los manuales de reparación existen en muchos de ellos graficas de CORRECLACION de las señales d estos sensores, para poder evaluar el trabajo de giro de los ejes e incluso mediante los DATOS EN VIVO del escáner podemos analizar el trabajo del sistema de control valvular.



**Sensor de posición del eje de levas**

